

Verfahren zur Strukturierung der Aerodynamik von Bauteilen in Fluggasturbinen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Strukturierung der Aerodynamik von Bauteilen in Fluggasturbinen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein Verfahren zur Herstellung eines Schaufelrades mit am Außenumfang einer Radscheibe angeordneten Schaufelblätter in Blisk-Ausführung ist aus EP 0 327 657 A1 bekannt. Bei diesem Verfahren werden die Schaufelblätter grob vorgearbeitet. Anschließend greifen Formkathoden in die zwischen den Schaufelblättern vorhandenen Lücken ein und mittels elektro-chemischer Bearbeitungsverfahren, z.B. ECM (electro chemical machining) werden die Schaufelblätter bis auf Fertigkontur bearbeitet.

Die Effizienz von Verdichtern oder Verdichterrotoren insbesondere in Axialmaschinen, wie sie aus Fluggasturbinen bekannt sind, hängt im Wesentlichen von der aerodynamischen Gestaltung der Schaufeln und Leitkränze der Schaufelräder ab. Zur Verbesserung der Aerodynamik von Flugzeugtragflächen ist es bekannt, den Strömungswiderstand der Tragflächen mittels Grenzschichtabsaugung zu verringern. Außerdem sind strukturelle Maßnahmen auf der Tragflächenoberfläche bekannt welche eine Grenzschichtaufdickung bzw. -ablösung verhindern werden kann.

Es ist somit Aufgabe der Erfindung, die Aerodynamik von Bauteilen in Fluggasturbinen zu verbessern.

Diese Aufgabe wird mit dem Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Gemäß der Erfindung wird mittels auf der Oberfläche der Formkathoden vorhandener Strukturen auf der Oberfläche der Bauteile eine grenzschichtminimierende Struktur hergestellt.

Mit der erfindungsgemäßen strukturmodifizierten Formkathode ist es somit möglich, auf der Oberfläche der Bauteile eine geeignete Struktur herzustellen, welche im Betrieb grenz

schichtminimierende Eigenschaften aufweist. Vorteilhaft ist das Bauteil ein Schaufelrad mit am Außenumfang angeordneten Schaufelblätter in BLISK-Technologie.

Ein Vorteil dieses Verfahren ist, dass mittels der erfindungsgemäßen Formkathode der Herstellungsprozeß der Bauteile beschleunigt werden kann. Die strukturmodifizierte Formkathode ermöglicht die Herstellung der Bauteile in einem Fertigungsprozeß. Mit der erfindungsgemäßen Formkathode ist es somit möglich, die Bauteile geeignet zu konturieren und gleichzeitig mit einer geeigneten Oberflächenstrukturierung zu versehen. Die Kontur der Bauteile sowie die Oberflächenstrukturierung ist dabei derart zu wählen, dass im Betrieb die Bauteile einen hohen Wirkungsgrad aufweisen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren entfällt somit der Arbeitsschritt der Oberflächenstrukturierung, welcher beim Stand der Technik erforderlich ist, um die fertigkonturierten Bauteile mit einer Oberflächenstrukturierung zu versehen. Somit können in dem erfindungsgemäßen Verfahren die Fertigkontur und die Fertigstruktur der Bauteile in einem einzigen Fertigungsschritt hergestellt werden.

In einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist die Struktur der Oberfläche der Formkathoden derart ausgebildet, dass auf der Oberfläche der Schaufelblätter eine zu der Formkathodenoberfläche negative Struktur gebildet wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist das elektrochemische Bearbeitungsverfahren ein Pulsverfahren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Strukturierung von mittels Formkathoden und elektrochemischen Bearbeitungsverfahren hergestellter Bauteile in Fluggasturbinen, dadurch gekennzeichnet, dass mittels auf der Oberfläche der Formkathoden vorhandener Strukturen auf der Oberfläche der Bauteile eine grenzschichtminimierende Struktur hergestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur auf der Oberfläche der Formkathoden derart ausgebildet ist, dass auf der Oberfläche der Bauteile eine zu der Formkathodenoberfläche negative Struktur gebildet wird.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bauteile am Außenumfang angeordnete Schaufelblätter eines Schaufelrades in BLISK-Technologie sind.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrochemische Bearbeitungsverfahren ein Pulsverfahren ist.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/002507

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B23H9/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B23H F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 292 213 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 23 November 1988 (1988-11-23)	1-3
A	the whole document	4
X	US 2003/173213 A1 (LEE CHING-PANG ET AL) 18 September 2003 (2003-09-18) column 2, paragraph 11 - paragraph 12 column 4, paragraph 43	1,2,4
X	US 6 554 571 B1 (LEE CHING-PANG ET AL) 29 April 2003 (2003-04-29)	1,2
A	column 1, line 23 - column 2, line 59 figures	3,4
Y	EP 1 314 507 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 28 May 2003 (2003-05-28) the whole document	1-3
		-/-

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the International search report

28 February 2005

18/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Haegeman, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/002507

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 822 249 A (ECKARDT ET AL) 18 April 1989 (1989-04-18) column 3, line 60 - line 68 figures -----	1-3
A	EP 0 327 657 A (LEISTRITZ AKTIENGESELLSCHAFT) 16 August 1989 (1989-08-16) abstract; figures -----	1-4
A	US 6 379 528 B1 (LEE CHING-PANG ET AL) 30 April 2002 (2002-04-30) column 4, line 52 - line 67 figures -----	1-4
A	EP 0 990 481 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 5 April 2000 (2000-04-05) abstract; figures -----	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002507

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0292213	A	23-11-1988	US AT AU AU CA CN DE EP IL JP JP	4851090 A 68738 T 602245 B2 2225088 A 1333783 C 88101230 A ,B 3865731 D1 0292213 A1 85616 A 1005732 A 2768947 B2		25-07-1989 15-11-1991 04-10-1990 03-05-1990 03-01-1995 30-11-1988 28-11-1991 23-11-1988 15-04-1991 10-01-1989 25-06-1998
US 2003173213	A1	18-09-2003	CN EP JP	1457953 A 1442817 A2 2003301701 A		26-11-2003 04-08-2004 24-10-2003
US 6554571	B1	29-04-2003		NONE		
EP 1314507	A	28-05-2003	EP JP	1314507 A2 2003191137 A		28-05-2003 08-07-2003
US 4822249	A	18-04-1989	DE AT DE EP JP JP JP	3325663 A1 25419 T 3462351 D1 0132638 A2 1575846 C 2001962 B 60036701 A		24-01-1985 15-02-1987 12-03-1987 13-02-1985 24-08-1990 16-01-1990 25-02-1985
EP 0327657	A	16-08-1989	EP	0327657 A1		16-08-1989
US 6379528	B1	30-04-2002	EP JP	1215005 A2 2002227658 A		19-06-2002 14-08-2002
EP 0990481	A	05-04-2000	US EP JP	6162347 A 0990481 A1 2000104502 A		19-12-2000 05-04-2000 11-04-2000

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002507

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B23H9/10

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B23H F01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENDE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 292 213 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 23. November 1988 (1988-11-23)	1-3
A	das ganze Dokument -----	4
X	US 2003/173213 A1 (LEE CHING-PANG ET AL) 18. September 2003 (2003-09-18) Spalte 2, Absatz 11 – Absatz 12 Spalte 4, Absatz 43 -----	1,2,4
X	US 6 554 571 B1 (LEE CHING-PANG ET AL) 29. April 2003 (2003-04-29) Spalte 1, Zeile 23 – Spalte 2, Zeile 59 Abbildungen -----	1,2
A	3,4	
Y	EP 1 314 507 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 28. Mai 2003 (2003-05-28) das ganze Dokument ----- -/-	1-3

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28. Februar 2005

18/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL – 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Haegeman, M

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2004/002507

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 822 249 A (ECKARDT ET AL) 18. April 1989 (1989-04-18) Spalte 3, Zeile 60 – Zeile 68 Abbildungen -----	1-3
A	EP 0 327 657 A (LEISTRITZ AKTIENGESELLSCHAFT) 16. August 1989 (1989-08-16) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-4
A	US 6 379 528 B1 (LEE CHING-PANG ET AL) 30. April 2002 (2002-04-30) Spalte 4, Zeile 52 – Zeile 67 Abbildungen -----	1-4
A	EP 0 990 481 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 5. April 2000 (2000-04-05) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002507

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0292213	A	23-11-1988	US AT AU AU CA CN DE EP IL JP JP	4851090 A 68738 T 602245 B2 2225088 A 1333783 C 88101230 A ,B 3865731 D1 0292213 A1 85616 A 1005732 A 2768947 B2		25-07-1989 15-11-1991 04-10-1990 03-05-1990 03-01-1995 30-11-1988 28-11-1991 23-11-1988 15-04-1991 10-01-1989 25-06-1998
US 2003173213	A1	18-09-2003	CN EP JP	1457953 A 1442817 A2 2003301701 A		26-11-2003 04-08-2004 24-10-2003
US 6554571	B1	29-04-2003		KEINE		
EP 1314507	A	28-05-2003	EP JP	1314507 A2 2003191137 A		28-05-2003 08-07-2003
US 4822249	A	18-04-1989	DE AT DE EP JP JP JP	3325663 A1 25419 T 3462351 D1 0132638 A2 1575846 C 2001962 B 60036701 A		24-01-1985 15-02-1987 12-03-1987 13-02-1985 24-08-1990 16-01-1990 25-02-1985
EP 0327657	A	16-08-1989	EP	0327657 A1		16-08-1989
US 6379528	B1	30-04-2002	EP JP	1215005 A2 2002227658 A		19-06-2002 14-08-2002
EP 0990481	A	05-04-2000	US EP JP	6162347 A 0990481 A1 2000104502 A		19-12-2000 05-04-2000 11-04-2000